



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03250564 A**(43) Date of publication of application: **08.11.91**

(51) Int. Cl.

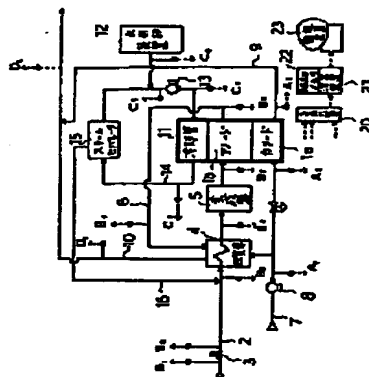
**H01M 8/04**(21) Application number: **02045936**(22) Date of filing: **28.02.90**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**(72) Inventor: **NAKAYAMA TAKASHI****(54) FUEL CELL POWER GENERATING SYSTEM****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To enhance the rate of service time of a fuel cell power-generating system by comparing signals from pressure sensing devices at different parts in the system with respective standard reference values, and thereby grasping eventual symptoms of pipeline clogging and leakage prematurely.

**CONSTITUTION:** At a certain spacing, pressure sensing devices are installed in different places on the lines A-D for air, fuel, coolant, and the exhaust gas from combustion while various apparatus are interposed at certain intervals on each pipeline, and signals emitted from each pressure sensing device are sent from an input/output device 20 to a computing device 21. This device 21 compares the input signal with a standard pressure value stored in an aux. memory 22, and determines the leak point of the working fluid or the clogging place. If the deviation exceeds the allowable value, it is judged as in failure and display is given on a monitoring device 23. This constitution allows quick and easy search for the cause of trouble without resorting to any complicated means such as a flow meter, shortens the time required for countermeasure to have restarting, and enhances the rate of service time of the

system. Further, failure can be grasped prematurely to lead to reduction of the burden placed on the maintenance operator.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&amp;Japio



⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

H

9062-4K

④ 公開 平成3年(1991)11月8日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 燃料電池発電システム

⑮ 特 願 平2-45936

⑯ 出 願 平2(1990)2月28日

⑰ 発 明 者 中 山 隆

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝  
京浜事業所内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代 理 人 弁 理 士 木 内 光 春

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

燃料電池発電システム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 燃料電池本体にその作動流体を供給・排出する管路を備え、この管路上の複数箇所に圧力検出装置とこの検出装置によって検出された圧力信号を出力する発信装置とを所定の間隔で設置し、この各発信装置からの複数の圧力信号を、予めシステムの運転状態に対応した前記各圧力検出装置設置箇所の標準圧力値を設定しておいた演算装置に導き、各箇所の標準圧力値と現実に検出された各箇所の圧力信号とを比較して、各圧力検出装置によって検出された管路区間における作動流体の流動状態の異常を特定し、この演算装置からの情報を監視装置に出力するように構成したこと特徴とする燃料電池発電システム。

## 3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、作動流体ライン各部の圧力を監視して、運転者に異常箇所を知らせるように構成した燃料電池発電システムに関するものである。

(従来技術)

近年実用化が進んでいる燃料電池発電システムは、水素等の燃料の有しているエネルギーを、燃料電池内で生じる電気化学的反応により直接電気エネルギーに変換するので、上記燃料と空気等の酸化剤が燃料電池に供給されている限り、高い変換効率で電気エネルギーを取出すことができる利点を有している。

この種の燃料電池発電システムにおいては、燃料電池用の燃料としての水素ガスを、メタン等の炭化水素系原料ガスを水蒸気改質して生成させるため、燃料改質系を備えることが多い。このような燃料改質系に使用される改質器(リフォーマ)は、内部に改質反応触媒層が設けられた改質反応管を備え、その内側に原料ガス及び水蒸気の混合ガスを導入し、かつ上記改質管の外側を燃焼室で得られた高温加熱ガスを通過させることによって

上記原料ガスを水素リッチな改質ガスに改質し、さらに一酸化炭素変成器を経由させることにより、より水素濃度の高い改質ガスとした上で、燃料電池へ供給している。

第8図は、このような燃料電池システムの構成例を示すものである。図において、燃料電池本体1はカソード1aとアノード1bとを備えている。この燃料電池本体1のアノード1bには、燃料が供給されるものであるが、この燃料は、原燃料供給管2上に設けられた原燃料流量制御弁3を経て、改質器4に送られ、更に一酸化炭素変成器5を介して水素リッチな燃料に改質されてアノード1bに供給される。このアノード1bを出た排ガスは、アノード排ガス管6を介して改質器4のバーナに送られ、改質器4の加熱燃焼用として使用される。一方、燃料電池本体1のカソード1aには、空気導入ライン7が接続され、この空気導入ライン7上に設けられたブロア8により、空気がカソード1aに供給される。このカソード1aからの排ガス管9と前記改質器4の排ガス管10とは、共に

システム外部に延長され、廃棄処理される。更に燃料電池本体1にはその冷却管11が設けられ、この冷却管11に水供給装置12から冷却水循環ポンプ13によって冷却水が送り込まれる。冷却管11からの水蒸気を伴う冷却水は、電池冷却管出口側配管14を経てスチームセパレータ15に送られ、ここで分離された水蒸気は改質用スチーム導入管16を経て改質器4に送られ、改質器4において原燃料と接触してこれを水素リッチな燃料に改質するために使用され、一方凝縮した水は冷却水循環ポンプ13により再び燃料電池本体1の冷却管11に送られ燃料電池を冷却する。

この種の燃料電池システムにおいて、運転中に何等かの異常が発生した場合、予め定めた判定基準に従って自動的にシャットダウンさせるものが知られている。その際、運転者は、そのシャットダウンの直接原因となったものを、システムの警報装置や監視装置からのメッセージにより知り、記録計等に残された運転状況やデータからシャットダウンの原因を推測し、再起動後において同様

なトラブルを繰り返さないように対策を立てることになる。燃料電池発電システムの場合、例えば、電池本体の電圧が下がりすぎたという原因でシャットダウンしたとすれば、そこに至った原因は、燃料が少なすぎたか、空気が少なすぎたか、電池内部のクロスオーバーなどのトラブルか、などの推測を行う。そして、燃料が少なかったとすれば、それはどこかの箇所が目詰まりしたためであるとか、漏洩したためであるとかの判断を下し、或いはそれらの原因を特定するための確認操作を行って知見を得て、その後、部品の交換、清掃などの対策を実行し、次の運転に取り掛かっていた。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、燃料電池発電システムのように複雑な構成のシステムになると、上記のように様々な原因で生じるシャットダウンの原因を迅速に割り出すことは必ずしも容易ではなく、集積データの分析作業や原因を知るための確認操作などを間に入れてようやく判明することが多い。従って、トラブルによってシステムが自動的にシャットダウ

ンした後、再起動に取り掛かるまでには、原因探求作業として少なからぬ時間を要し、システムの稼働率を悪くすることが懸念されていた。

このような燃料電池発電システムにおけるトラブル原因究明の基本的事項は、作動流体が目標通り流れているか否かである。例えば、前記の如く電池本体の電圧にトラブルがあった場合には燃料または空気の流量不足が、改質器の温度が高すぎた場合にはバーナに流入する燃料の流量超過の有無が、蒸気発生器の水位が低すぎる場合には作動水の正確な補給や漏れ或いは閉塞の有無などが問題となる。従って、システム各部の流量を常時把握して、そこに異常があるか否かを判定する方法が考えられる。

従来、この種のシステムにおいて流量を測定、計測するためには、流路中にオリフィスを入れ、その前後の圧力差を測定するか、流路の一部にフロート式の流量計を挿入する手段が考えられていたが、このような従来技術では、流路の圧力損失が増大すると共に必要な直管部を確保するために

管路が長くなり、システムの小型化を阻害すると共に、多数の流量計を設置することはシステムの複雑化にも繋がるという欠点があった。

本発明は、以上のような従来技術の問題点を解決するために提案されたもので、その目的は、流量計のような複雑な手段を使用することなく、シャットダウンの原因探索を迅速かつ容易に行うことができ、以てシステムの再起動のための対策に要する時間を短縮してシステムの稼働率を向上させると共に、異常の徴候を事前に把握可能として運転保守担当者の負担を軽減した燃料電池発電システムを提供することにある。

#### [発明の構成]

##### (課題を解決するための手段)

前記の目的を達成するために、本発明の燃料電池発電システムは、流量分布と密接な関係にある圧力のみに着目してこれを監視するもので、圧力検出装置とこの検出装置によって検出された圧力信号を出力する発信装置とをシステムの作動流体の管路上の複数箇所に設置し、この各発信装置か

また、管路の特定の区間で作動流体の漏洩があった場合には、その管路の最上流と最下流の検出圧力値を除く他の箇所の検出圧力値がそれぞれの箇所の標準圧力値よりも低く、かつ漏洩区間の直ぐ下流の圧力検出装置による検出圧力値の標準圧力値からの偏差が、他の箇所における検出圧力値と標準圧力値との偏差よりも大きいので、その区間で漏洩が生じたと判定して、監視装置にその結果を出力できる。

##### (実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図乃至第7図に基づいて具体的に説明する。なお、第8図に示した従来技術と同一の部材は、同一符号を付して説明を省略する。

本実施例においては、第1図に示したように、空気プロセスラインA、燃料プロセスラインB、冷却水ラインC、燃焼排ガスラインDのそれぞれの複数箇所に一定の間隔で、空気プロセスライン圧力検出装置A<sub>1</sub>～A<sub>3</sub>、燃料プロセスライン圧力検出装置B<sub>1</sub>～B<sub>3</sub>、冷却水ライン圧力検出装

りの複数個の圧力信号を、予めシステムの運転状態に対応した前記各圧力検出装置設置箇所の標準圧力値を設定しておいた演算装置に導き、各箇所の標準圧力値と現実に出検された各箇所の圧力信号とを比較して、各圧力検出装置によって検出された管路区間における作動流体の流動状態の異常を特定し、この演算装置からの情報を監視装置に出力するように構成したものである。

##### (作用)

以上のような構成を有する本発明によれば、ある特定の管路区間で管路の閉塞が生じていると、閉塞部の管路上流に位置する圧力検出装置の検出圧力値が、演算装置に記憶されているその箇所の標準圧力値より高くなり、一方、閉塞部の管路下流に位置する圧力検出装置の検出圧力値が、その箇所の標準圧力値よりも低くなる。そこで、この標準圧力値と検出圧力値の差が判定値よりも大きくなった場合には、その管路区間に閉塞があったと判定して、演算装置から監視装置にその結果を出力する。

置C<sub>1</sub>～C<sub>3</sub>、燃焼排ガス圧力検出装置D<sub>1</sub>～D<sub>2</sub>が設けられている。これらの圧力検出装置は、各ラインの管路の一定長ごとに設けられるのみならず、各ラインに設けられた種々の機器を挟んで設けられている。また、各圧力検出装置は、図示しないが、それぞれ検出圧力信号を出力する発信装置を備えており、これら発信装置が、プロセス入出力装置20を介して、機器外部に設置された演算装置21に接続されている。

この演算装置21は補助メモリ22を備えており、この補助メモリ22に、各圧力検出装置における正常運転時の圧力値である標準圧力値S<sub>A1</sub>～S<sub>A4</sub>、S<sub>B1</sub>～S<sub>B7</sub>、S<sub>C1</sub>～S<sub>C3</sub>(第2図乃至第4図参照)が、一例として第5図(A)～(C)に示すような電気出力レベルPwの関数S<sub>A1</sub>=f<sub>A1</sub>(Pw)、S<sub>A2</sub>=f<sub>A2</sub>(Pw)、……、S<sub>C3</sub>=f<sub>C1</sub>(Pw)として記憶されている。また、この補助メモリ22には、前記各圧力検出装置からの検出圧力値と、補助メモリに記憶されている各圧力検出装置部分の標準圧力値とを比較して、作動

流体の漏出箇所や閉塞箇所を算定するための、一例として第6図のフローチャートに示すようなアルゴリズムが記憶されている。更に、演算装置21には、演算装置からの情報を出力するため、マンマシンインターフェイスとしての監視装置23が接続されている。

次に、この様な構成を有する本実施例の燃料電池発電システムの作用を説明する。なお、説明に当たっては、前記補助メモリ22に記憶されているアルゴリズムの一例である第6図のフローチャートと、あるラインの管路上における各機器A～D、圧力検出装置の検出圧力値 $P_1 \sim P_4$ 及び標準圧力値 $S_1 \sim S_4$ をモデル化して示した第7図を使用する。

まず、予め管路上の各圧力検出装置の設置箇所における標準圧力値 $S_i$ を測定し、これを補助メモリ22に電気出力の関数として記憶させておく。この標準圧力値 $S_i$ は、システムの負荷運転時、保全運転時、停止時、起動時などでそれぞれ異なっているので、システムの各運転状況に応じた標

準圧力値を記憶させる。この状態でシステムが運転されると、各管路上に設けられた圧力検出装置からの検出圧力値 $P_i$ が発信装置及びプロセス入出力装置20を介して演算装置21に送られる。演算装置21では、この検出圧力値 $P_i$ と補助メモリ22内の標準圧力値 $S_i$ とを比較し、両者の偏差 $|P_i - S_i|$ が許容値 $\epsilon$ より小さい場合には、異常なしと判定し、 $i = 0$ （最上流の圧力検出相）から $i = n$ （最下流の圧力検出装置）までこれを繰り返す。

一方、両者の偏差 $|P_i - S_i|$ が許容値 $\epsilon$ より大きい場合には、何等かの異常（閉塞または漏洩）があると判定し、その圧力検出箇所を $k = i$ という形で記憶する。そして、この異常があった圧力検出箇所における検出圧力値 $P_i$ と標準圧力値 $S_i$ とを比較して、 $P_i > S_i$ の場合には、その異常検出箇所よりも下流側で管路に閉塞が生じていると判定することができる。そこで、 $i = i + 1$ という形で、管路の上流側から圧力検出装置の検出圧力値をチェックして行き、 $i = n$ （最終

の圧力検出装置）に達しても前記 $P_i > S_i$ となる場合には、管路の最下流が閉塞していると判定し、これを監視装置23に表示する。

また、管路の特定区間 $i$ に閉塞があった場合には、その区間 $i$ の上流の圧力検出装置は、 $|P_i - S_i| > \epsilon$ かつ $P_i > S_i$ となっているのに対して、閉塞の直ぐ下流の圧力検出装置では $P_i < S_i$ となっている。そこで、管路の上流側から各圧力検出装置の検出圧力値を順次チェックして行く過程で、 $|P_i - S_i| > \epsilon$ かつ $P_i > S_i$ となる圧力検出装置においては、その検出装置の番号 $i$ をフローチャートの変数 $k$ に代入しておき、ある特定の検出装置で $P_i < S_i$ となった時に、その特定の検出装置の番号 $i$ と前記変数 $k$ とを比較し、両者が異なっている場合には、その検出装置 $i$ の上流の区間 $i$ で閉塞が生じていると判定し、監視装置23に表示する。例えば、第7図において点線で示すように、 $|P_i - S_i| > \epsilon$ かつ $P_i > S_i$ となっている検出装置を $P_1$ 、 $P_i < S_i$ となった検出装置を $P_2$ とすれば、 $k = 1$ 、 $i$

$= 2$ となりフローチャートの $k = i$ を満足しないので、検出圧力値 $P_i >$ 標準圧力値 $S_i$ から検出圧力値 $P_i <$ 標準圧力値 $S_i$ となった最初の検出装置 $P_2$ の上流の区間2で閉塞が生じていると判定する。

一方、最初に検出圧力値 $P_i$ と標準圧力値 $S_i$ との偏差が許容値 $\epsilon$ よりも大きくなった検出装置（フローチャートではその番号 $i$ を変数 $k$ に代入しておく）と、検出圧力値 $P_i$ が標準圧力値 $S_i$ よりも小さくなった検出装置 $i$ とが等しい場合、即ち、 $k = i$ の場合には、第7図の一点鎖線で示すように管路の上流側から検出圧力値 $P_i$ が標準圧力値 $S_i$ より低くなっているため、管路のどこかに漏洩が生じていることが判る。そして、この漏洩箇所の直ぐ下流の検出装置において、その検出圧力値 $P_i$ と標準圧力値 $S_i$ との偏差が最も大きくなるので、フローチャートに示すように初期比較偏差値 $\Delta P = 0$ と、各検出装置 $i$ における圧力偏差 $S_i - P_i$ とを比較し、 $S_i - P_i > \Delta P$ である場合には、 $\Delta P$ にその検出装置の圧力偏差

$S_i - P_i$ を代入すると共にその検出装置の番号  $i$  を変数  $k$  に代入した後、次の検出装置についてその圧力偏差  $S_i - P_i$  と新しい比較偏差値  $\Delta P$  とを比較していく。このようにして、ある特定の検出装置において、 $\Delta P$  の方がその検出装置の偏差  $S_i - P_i$  よりも大きくなった場合には、その検出装置  $i$  の直前の検出装置（その番号は  $k$  に代入される）の圧力偏差  $S_i - P_i$  が最大であったことが判明するので、直前の検出装置  $k$  の直ぐ上流側の区間  $k$  で漏洩があったと判定し、これを監視装置 23 に表示する。この点を更に第7図で説明すれば、検出装置  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  と、順次その検出圧力値  $P_i$  と標準圧力値  $S_i$  との圧力偏差  $S_i - P_i$  を比較していき、上流側よりも圧力偏差が小さい検出装置  $P_3$  の直ぐ上流側の検出装置  $P_2$  が最大圧力偏差を有することが演算装置によって求められ、この最大圧力偏差を有する検出装置  $P_2$  の直ぐ上流の区間 2 で漏洩が生じていることを判定できる。

さらに、このようにして上流側から各検出装置

圧力取出口に繋ぎ、他端は大気圧に開放しておき、これで大気圧との差圧を測定すればゲージ圧力を測定したことになるので、圧力センサの代わりに差圧センサを使用することもできる。

#### 〔発明の効果〕

以上の実施例に示す通り、本発明の燃料電池発電システムによれば、システムの各部に設けた圧力検出装置からの信号を、予め各部の標準圧力値を記憶していた演算装置において比較演算することにより、システムの各部に生じた管路の閉塞或いは漏洩箇所を容易に特定できる。その結果、本発明によれば、管路の漏洩や閉塞に関する徴候を大事に至る前に把握することが可能となり、運転中に自動シャットダウンしてしまった場合も監視装置に出力されたメッセージからその原因や場所を容易に把握することができ、システムの稼働率向上を可能とした燃料電池発電システムを提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の燃料電池システムの一実施例

について、その圧力偏差  $S_i - P_i$  とその前段の検出装置で求められた新しい比較偏差値  $\Delta P$  とを比較していった結果、最下流の検出装置（ $i = n$ ）でも  $S_i - P_i < \Delta P$  とならない場合、即ち最下流の検出装置の検出圧力値  $P_i$  と標準圧力値  $S_i$  との圧力偏差が最も大きい場合には、その管路上には漏洩箇所が存在しないことを示すので、管路外部やその他の特定できない故障があると判定し、監視装置 23 に異常を表示する。

#### （他の実施例）

なお、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、演算装置に記憶すべき各部の圧力は、電気出力の関数の代わりに、負荷電流の関数として与えても良いし、電気出力または負荷電流の指令値の関数として与えても良い。また、圧力検出装置としては、圧力センサその他従来公知の手段を適宜使用できるが、燃料電池発電システムの場合に使用する圧力センサはゲージ圧力で  $0 \sim 1000 \text{ mmHg}$  以下と非常にレンジの低いものであるので、所定の差圧伝送路を使用し、一端は機器

を示す配管図、第2図は第1図の実施例における空気プロセスラインにおける各圧力検出装置とその圧力値との関係を示す図、第3図は同じく燃料プロセスラインの図、第4図は同じく冷却水ラインの図、第5図（A）～（C）は電気出力と圧力の関係を示すグラフ、第6図は本発明のシステムにおける演算装置の実行例を示すフローチャート、第7図は本発明において管路の閉塞或いは漏洩箇所の判定方法を説明する図、第8図は従来の燃料電池システムの一列を示す配管図である。

1…燃料電池本体、1a…カソード、1b…アノード、2…原燃料供給管、3…原燃料流量制御弁、4…改質器、5…一酸化炭素変成器、6…アノード排ガス管、7…空気導入ライン、8…ブローア、9、10…排ガス管、11…冷却管、12…水供給装置、13…ポンプ、14…電池冷却管出口側配管、15…スチームセパレータ、16…改質用スチーム導入管、20…プロセス入出力装置、21…演算装置、22…補助メモリ、23…監視装置。

$A_1 \sim A_3$  … 空気プロセスライン圧力検出装置。

$B_1 \sim B_7$  … 燃料プロセスライン圧力検出装置。

$C_1 \sim C_3$  … 冷却水ライン圧力検出装置。

$D_1 \sim D_2$  … 燃焼排ガス圧力検出装置。

$S_{A1} \sim S_{A4}, S_{B1} \sim S_{B7}, S_{C1} \sim S_{C5}$

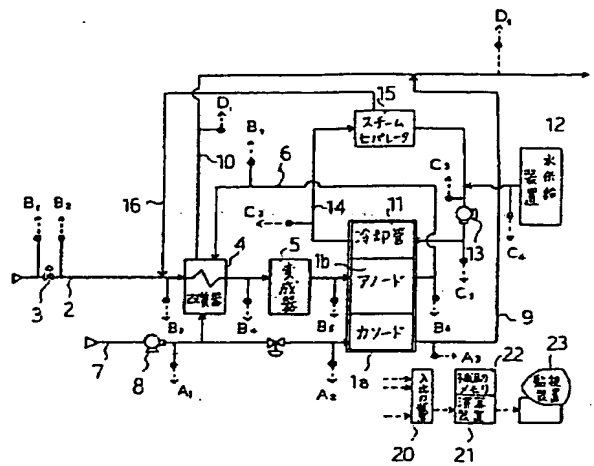
… 標準圧力値。

$P_{A1} \sim P_{A4}, P_{B1} \sim P_{B7}, P_{C1} \sim P_{C5}$

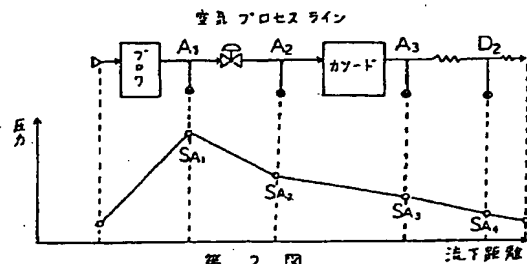
… 検出圧力値。

出願人 株式会社 東芝

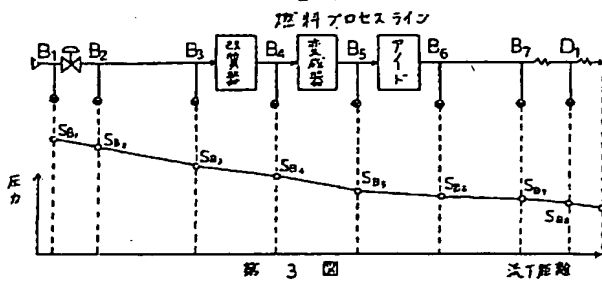
代理人 弁理士 木内光春



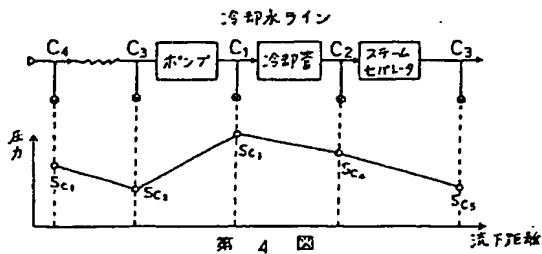
第 1 図



第 2 図

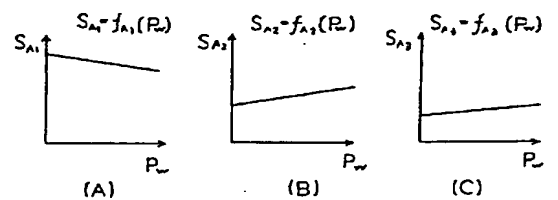


第 3 図

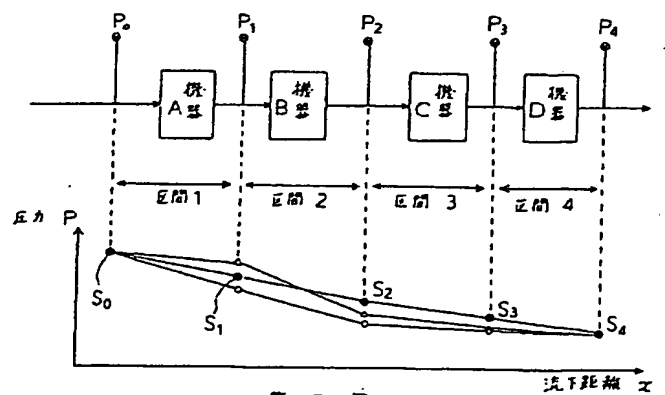


第 4 図

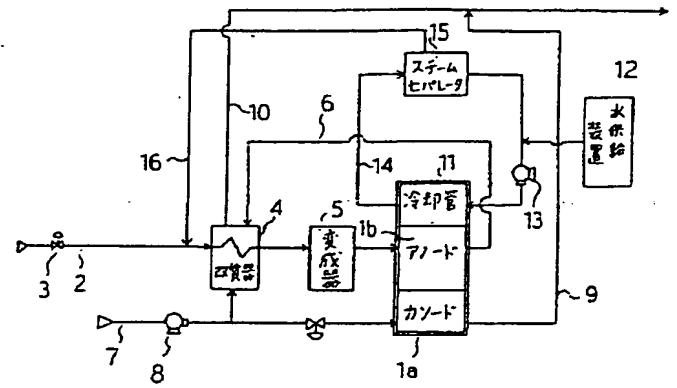
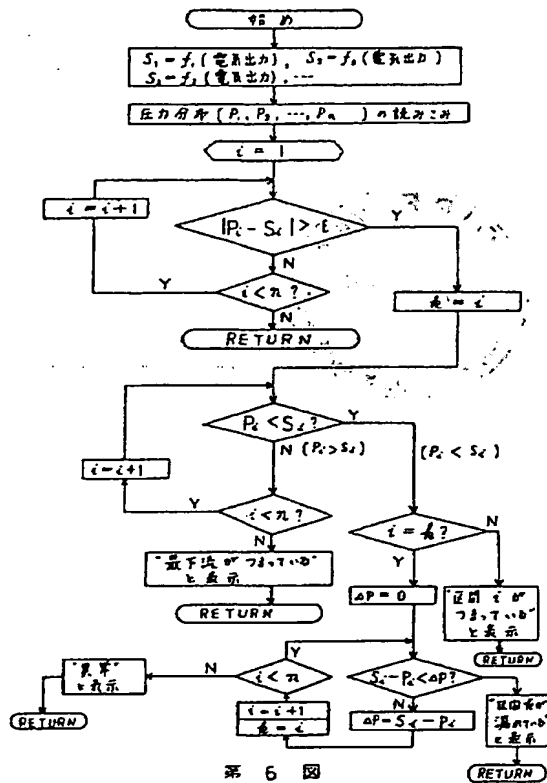
$P_w$  は電流出力 [kw]



第 5 図



第 7 図



第 8 题